

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Rekonstrukce kulovnice CZ 527 na ráži 6,5x38 Grendel

Rifle CZ 527 Reconstruction for the Caliber 6,5x38
Grendel

Student: Martin Mihola
Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Martin Macko, CSc.

Ostrava 2016

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Mihola**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 50 Lovecké, sportovní a obranné zbraně a střelivo
Téma: **Rekonstrukce kulovnice CZ 527 na ráži 6,5x38 Grendel**
Rifle CZ 527 Reconstruction for the Caliber 6,5x38 Grendel
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte přehled současných lehkých kulovnic nabízených na trhu. Uveďte jejich standardní konstrukční uspořádání, shromážděte potřebný obrazový materiál. Uveďte popis a základní vlastnosti zadaného náboje.
2. Analyzujte konstrukci kulovnice CZ 527 a uveďte, která ústrojí zbraně budou dotčena rekonstrukcí v souvislosti se změnou náboje.
3. Vypočítejte potřebné vnitrobalistické parametry pro náboj 6,5 Grendel a zpracujte pevnostní výpočet hlavně pro zadanou ráži. Rekonstruuje hlaveň a návrh doložte detailním výkresem.
4. Navrhněte konstrukční úpravy ostatních částí zbraně, případně zkontrolujte, zdali současná ústrojí zbraně budou použitelná pro zadaný náboj při použití stejných materiálů. Důraz položte na výpočet uzamykacích ozubů, úpravu zásobovacího ústrojí, iniciačního, spouštěového a pojistného ústrojí.
5. Návrh doložte potřebnými výpočty, výkresy upravených částí a výkresem sestavení zbraně případně 3D zobrazením částí a zbraně.

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
FIŠER, Miloslav a Stanislav PROCHÁZKA. *Projektování loveckých, sportovních a obranných zbraní*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007, 140 s. ISBN 978-80-248-1430-8.
MACKO, M., *Teorie a výpočty LSOZ*. [Skripta]. VŠB Ostrava, 2006.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Martin Macko, CSc.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Mistopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Uherském Brodě 13.5.2016

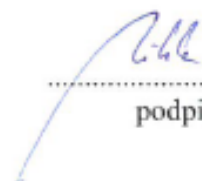
.....
podpis studenta

Prohlášení o využití výsledků práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Uherském Brodě : 13.5.2016


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Martin Mihola

Adresa trvalého pobytu autora práce: Bánov 634

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MIHOLA, M. *Rekonstrukce kulovnice CZ 527 na ráži 6,5x38 Grendel : bakalářská práce.* Ostrava : VŠB– Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2016, 65 s. Vedoucí práce: Macko, M.

Bakalářská práce se zabývá rekonstrukcí lehké kulovnice CZ 527 na ráži 6,5x38 Grendel. V úvodní kapitole je výčet současné konkurence na trhu a konstrukční uspořádání jednotlivých modelů, včetně rekonstruované lehké kulovnice CZ 527. Konstrukce náboje a jeho historie je popsána v další kapitole. Následně je bakalářská práce věnovaná samotné rekonstrukci. Ta spočívá v návrhu a kontrole nové hlavně a zásobovacího ústrojí. Z bezpečnostních důvodů je provedena kontrola uzamykacích ozubů závěru na střih a opěrná plocha pouzdra závěru na otlačení. V závěru je shrnuta proveditelnost požadované rekonstrukce.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

MIHOLA, M. *Rifle CZ 527 Reconstruction for the Caliber 6,5x38 Grendel : Bachelor Thesis.* Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2016, 65 p. Thesis head: Macko, M.

This bachelor thesis deals with reconstruction of a centerfire rifle CZ 527 at caliber 6,5x38 Grendel. On introduction chapter there is a summary of a current market competition and structural lay-out of individual models including the reconstructed centerfire rifle CZ 527. Design of cartridge and its history are described in next chapter. Subsequently, the main part of this bachelor thesis is devoted to reconstruction itself. It consists in design and inspection of a new barrel and supply system. For safety reasons there are carried out a locking gearing checking of firearm action on shear and supporting surface of action's bushing on pressure. In conclusion there is summarized feasibility of such reconstruction.

OBSAH

0	Úvod.....	12
1	Přehled lehkých kulovnic nabízených na trhu	13
1.1	Remington.....	13
1.2	Steyr – Mannlicher.....	14
1.3	Ruger.....	16
1.4	Blaser	20
1.5	Sauer	23
1.6	Kimber	23
1.7	Mossberg.....	24
1.8	Tikka	26
1.9	Howa.....	27
2	Náboj 6,5 Grendel	29
2.1	Popis a základní vlastnosti náboje 6,5 Grendel	29
2.1.1	Střela.....	29
2.1.2	Výmetná náplň.....	29
2.1.3	Zápalka	29
2.1.4	Nábojnice.....	30
2.2	Historie 6,5 Grendel.....	30
2.3	Porovnání náboje 6,5 Grendel a 7,62x39.....	31
3	Kulovnice CZ 527	33

3.1	Provedení CZ 527	33
3.2	Konstrukce zbraně	35
3.2.1	Hlaveň.....	37
3.2.2	Pouzdro závěru	37
3.2.3	Závěr.....	38
3.2.4	Závěr sestava	38
3.2.5	Spoušťová sestava	38
3.2.6	Zásobník sestava.....	39
3.2.7	Pažba.....	39
3.3	Funkce 527.....	40
3.3.1	Podávací mechanismus.....	40
3.3.2	Spoušťový mechanismus	41
3.3.3	Bicí a napínací mechanismus	41
3.3.4	Vytahovací a vyhazovací mechanismus	42
3.3.5	Pojistný mechanismus	42
4	Výběr ústrojí zbraně, která budou dotčena rekonstrukcí	43
4.1	Činnosti nutné k rekonstrukci	43
4.1.1	Pevnostní výpočet.....	43
4.1.2	Kinematika	43
4.2	Rekonstruované díly zbraně.....	43
4.2.1	Hlaveň.....	44

4.2.2	Pouzdro závěru	44
4.2.3	Plášť zásobníku.....	44
4.2.4	Podavač.....	45
4.2.5	Pružina zásobníku.....	46
5	Rekonstrukce hlavně	47
5.1	Pevnostní výpočet hlavně v kritických průřezích	47
5.2	Výpočet konstrukčního tlaku v jednotlivých průřezích	48
6	Konstrukční úpravy ostatních součástí zbraně	51
6.1	Rekostrukce zásobníku	51
6.2	Ústrojí nedotčená rekonstrukcí	51
6.3	Kontrola uzamykacích ozubů na střih a otláčení	52
6.3.1	Výpočet zatěžující síly	52
6.3.2	Kontrola uzamykacích ozubů na střih	52
6.3.3	Kontrola uzamykacích ozubů na ohyb	54
6.3.4	Kontrola na kombinované namáhání uzamykacích ozubů.....	55
6.3.5	Kontrola uzamykacích ozubů na otláčení.....	55
7	Závěr	56
8	Seznam použitých pramenů	57
9	Seznam obrázků	59
10	Seznam tabulek	62
11	Seznam příloh.....	63

Seznam použitých značek a symbolů

A	[%]	Tažnost
a		Poměr vnitřního a vnějšího poloměru
b	[mm]	Šířka uzamykacího ozubu
d_n	[mm]	Vnitřní průměr dna nábojnice
E_O	[J]	Úst'ová energie
F_D	[N]	Síla na dno náboje
h	[mm]	Výška uzamykacího ozubu
k_b		Koeficient bezpečnosti
l	[mm]	Délka uzamykacího ozubu
M_O	[Nm]	Ohybový moment
n		Počet uzamykacích ozubů
P_E	[MPa]	Mez pružného odporu
P_k	[MPa]	Konstrukční tlak
P_{SN}	[MPa]	Tlak spotřebního náboje
P_T	[MPa]	Tormentační tlak
p_{DOV}	[MPa]	Dovolený tlak pro otláčení
p_{max}	[MPa]	Maximální tlak spotřebního náboje
p_o	[MPa]	Tlak pro otláčení
R_e	[MPa]	Mez kluzu
R_m	[MPa]	Mez pevnosti
r_1	[mm]	Vnitřní poloměr hlavně
r_2	[mm]	Vnější poloměr hlavně
V_o	[m/s]	Úst'ová rychlost
W_o	[mm ³]	Průřezový modul
σ_o	[MPa]	Napětí v ohybu

σ_{DOV}	[MPa]	Dovolené napětí
σ_{RED}	[MPa]	Redukované napětí
τ	[MPa]	Střihové napětí
τ_{DOV}	[MPa]	Dovolené napětí ve střihu

0 Úvod

Lehké kulovnice jsou v oblibě kvůli své hmotnosti a rozměrům. Lovci je využívají jako pracovní nástroj, o který se nemusí starat. Z hlediska výkonu ráží využívaných v lehkých kulovnicích se s nimi dá lovit drobná, ale i větší zvěř. Proto začíná být zejména na americkém trhu velmi populární náboj 6,5x38 Grendel (dále jen 6,5 Grendel) kvůli jeho přesnosti a výkonu. Výrobci zbraní se snaží těmto požadavkům vyhovět a provádějí rekonstrukci vlastních modelů na tuto ráži.

Cílem bakalářská práce je analýza konstrukce a funkce kulovnice CZ 527, která se řadí mezi lehké kulovnice, a návrh konstrukčního řešení přerážování kulovnice CZ 527 na náboj 6,5 Grendel,

1 Přehled lehkých kulovnic nabízených na trhu

Lehká kulovnice je palná zbraň na střelivo se středovým zápalem středního balistického výkonu. Velikostí i váhou je přizpůsobena tomuto výkonu. Mezi nejběžnější ráže patří .17 Hornet, .17 Rem. Mag, .22 Hornet, .204 Ruger, .221 Rem, .222 Rem, .223 Rem, 6,5 Grendel, .300 AAC Blackout a 7,62x39. Na současném trhu zbraní lehkých kulovnic se pohybuje 10 velkých výrobců, mezi které patří České Zbrojovky a.s., Remington, Steyr Manlicher, Ruger, Blaser, Sauer, Kimber, Mossberg, Tikka a Howa. Většina výrobců nemá přímo zavedenou modelovou řadu Lehká kulovnice, ale mají ve střední řadě kulovnic doplněnou jednu až dvě ráže, které se řadí mezi Lehké kulovnice.

1.1 Remington

Společnost Remington je velice oblíbenou značkou ve Spojených státech amerických. Ve své standardní řadě vyrábí i provedení v ráži .17 Rem, .204 Ruger, .222 Rem a .223 Rem. V těchto rážích vyrábí jak model Remington 700, tak Remington 783. [1]

Remington 700

Je to kulovnice s otočným odsuvným závěrem, s uzamykáním do pouzdra závěru, neseným vyhazovačem a krátkým vytahovačem. Pouzdro závěru je válcové, do kterého je zašroubovaná hlaveň. Zásobování je řešeno pevnou schránkou na 5 nábojů. Součástí spoušťového mechanismu je i dvoupolohová pojistka. Spoušťový mechanismus je bez napínáčku a nedá se regulovat. Na trhu je k dostání v mnoha různých provedeních, která se liší tvarem a materiálem pažby také tvarem a délkou hlavně. [2]



Obrázek 1: Závěr kulovnice Remingtonu 700 [2]



Obrázek 2: Spoušťový mechanismus kulovnice Remingtonu 700 [2]

Remington 783

Remington 783 konstrukčně vychází z modelu Remington 700. Hlaveň je do pouzdra závěru opět našroubovaná, ale proti povolení je zajištěna kontramaticí. Celý systém je v pažbě uložen pomocí Pillar bedingu. Spoušťový mechanismus je stavitelný a má spoušťovou pojistku. Zásobování je řešeno vyjímatelným zásobníkem. [3]



Obrázek 3: Systém uchycení hlavně Remingtonu 783 [3]

1.2 Steyr – Mannlicher

Steyr Mannlicher se také řadí mezi zbrojovky, které nemají řadu Lehkých kulovnic a pouze doplnila svou střední řadu o ráže .222 Rem a .223 Rem.

Scout

Scout je kulovnice s otočným odsuvným závěrem se dvěma řadami uzamykacích ozubů, neseným vyhazovačem a krátkým vytahovačem. Závěr se uzamyká do objímky našroubované na hlavni. Hlaveň má tenký profil a v přední části je kanelovaná. Na krku pažby je umístěna třípolohová pojistka. Spoušťový mechanismus je stavitelný bez napínáčku. Zásobování je řešeno zásobníkem na 5 nábojů. U plastové pažby lze z předpažbí vyklopit opěrné nožičky. Ze spodu hlaviště pažby je uložen náhradní zásobník.

[4]



Obrázek 4: Kulovnice Steyr Mannlicher Scout [4]



Obrázek 5: Uložení náhradního zásobníku v hlavišti pažby [4]



Obrázek 6: Opěrné nožičky vyklopené z předpažbí [4]

Pro Varmint

Pro Varmint je kulovnice s otočným odsuvným závěrem se dvěma řadami uzamykacích ozubů, neseným vyhazovačem a krátkým vytahovačem. Systém je konstrukčně podobný se Steyr Mannlicher Scout. Na ústí hlavně je navíc závit pro montáž kompenzátoru zdvihu nebo tlumiče hluku. Hlaveň je těžká válcového tvaru. Pažba je použita plastová běžného provedení. [5]



Obrázek 7: Kulovnice Steyr Mannlicher Pro Varmint [5]



Obrázek 8: Závěr kulovnice Steyr Mannlicher Pro Varmint [5]

1.3 Ruger

Ruger má dvě modelové řady, kde má zakomponované lehké ráže a to Ruger American Rifles a Hawkeye. Ruger tyto provedení nabízí v .223Rem, .222Rem a .204 Ruger.

Ruger American Rifles

Ruger American Rifles je kulovnice s otočným odsuvným závěrem se třemi uzamykacími ozuby, neseným vyhazovačem a krátkým vytahovačem. Závěr se uzamyká do pouzdra závěru. Zásobování je řešeno vyjímatelným bubnovým zásobníkem na 5 nábojů. Spoušťový mechanismus je se spoušťovou pojistkou a nedá se regulovat. Pojistka je dvoupolohová, umístěna na krku pažby. Pažba je plastová s pillar beddingem a pryžovou botkou. [6]



Obrázek 9: Kulovnice Ruger American Rifles [6]



Obrázek 10: Závěr kulovnice Ruger American Rifles [6]



Obrázek 11: Zásobník kulovnice Ruger American Rifles [6]



Obrázek 12: Pillar bedding kulovnice Ruger american Rifles [6]



Obrázek 13: Pojistka kulovnice Ruger American Rifles [6]



Obrázek 14: Spoušťový mechanismus kulovnice Ruger American Rifles [6]

Hawkeye

Kulovnice Hawkeye má otočný odsuvný závěr typu Mauser s dlouhým vytahovačem. Vyhazovač je odpružený, umístěný v pouzdra závěru. Hlaveň je do pouzdra závěru našroubovaná. Zásobování je řešeno pevnou schránkou na 5 nábojů. Pojistka je dvoupolohová a využívá dvojího jištění. Svým tvarem zapadá do výběru v úderníku a podepírá spoušť. Konstrukcí se podobá rekonstruované kulovnici CZ 527. [7]



Obrázek 15: Kulovnice Ruger Hawkeye [7]



Obrázek 16: Závěr kulovnice Ruger Hawkeye [7]



Obrázek 17: Schránka kulovnice Ruger Hawkeye [7]



Obrázek 18: Pojistka kulovnice Ruger Hawkeye [7]



Obrázek 19: pojistný a spoušťový mechanismus kulovnice Ruger Hawkeye [7]

1.4 Blaser

Společnost Blaser nabízí 3 modelové řady v lehkých rážích .223Rem, .222 Rem, .204 Rug a .22 Hornet. Dvě tyto řady jsou konstrukčně podobné a od konkurence se liší především svým systémem uzamykání. Třetí modelová řada je zlamovací kulovnice.

Blaser R8

Blaser R8 má přímotažný závěr s uzamykáním do hlavně pomocí kleštiny. Hlaveň se upíná pomocí dvou šroubů umístěných ze spodu hlavně a do pouzdra závěru. Na hlavni je přípojné rozhraní pro montáž optického zařízení. Spoušťový mechanismus je součástí zásobníku na 5 nábojů a spoušť není regulovatelná. Pojistný mechanismus umožňuje předepnout bicí mechanismus bez natažení závěru. Pojistka je dvoupolohová. Při zajištění je uvolněna bicí pružina. Při odjištění se bicí pružina předepne. [8]



Obrázek 20: Kulovnice Blaser R8 [8]



Obrázek 21: Zásobník se spoušťovým mechanismem kulovnice Blaser R8 [8]



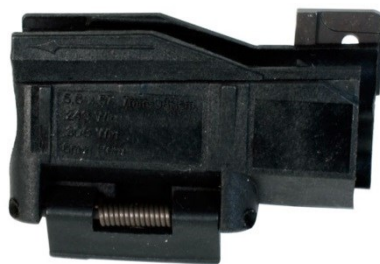
Obrázek 22: Uložení hlavně kulovnice Blaser R8 [8]

Blaser R93

Blaser R93 má stejně jako Blaser R8 přímotažný závěr s uzamykáním do hlavně pomocí kleštiny. Spoušťový mechanismus je pevně uložen v pouzdře závěru. Místo zásobníku má pevnou schránku na 5 nábojů. Ostatní prvky jsou shodné s Blaserem R8. [9]



Obrázek 23: Kulovnice Blaser R93 [9]



Obrázek 24: Zásobník kulovnice Blaser R93 [9]

Blaser K95

Blaser K95 je jednoranná zlamovací kulovnice s odnímatelným předpažbím. Na hlavní je přípojně rozhraní pro montáž optického zařízení a pevná mířidla. Pojistka je dvoupolohová umístěná na temeni pažby. Odemykání se provádí temenní kličkou. [10]



Obrázek 25: Kulovnice Blaser K95 [10]



Obrázek 26: Lůžko kulovnice Blaser K95 [10]

1.5 Sauer

Společnost Sauer vyrábí lehké kulovnice pouze v modelové řadě Sauer 100 a to v rážích .223 Rem a .222 Rem. V těchto rážích nabízí pouze dvě provedení lišící se především tvarem a materiálem pažby.

Sauer 100

Sauer 100 je kulovnice s otočným odsuvným závěrem se třemi uzamykacími ozuby a uzamykáním do pouzdra závěru. Spoušťový mechanismus je bez napínáčku se stavitelným odporem spouště. Zásobování je řešeno plastovým zásobníkem na 5 nábojů. Pojistka je třípolohová umístěná na pravé straně pouzdra závěru. [11]



Obrázek 27: Kulovnice Sauer 100 [11]

1.6 Kimber

Společnost Kimber vyrábí 4 modelové řady, které se liší pouze velikostí systému podle použitého střeliva. Jsou rozděleny na model 84 M, model 84 L, model 8400 WSM a model 8400 Magnum. Do lehkých kulovnic patří systém model 84 M, který je oproti ostatním provedením rozměrově menší.

Montana

Montana je kulovnice s otočným odsuvným závěrem typu Mauser. Hlaveň je v pouzdra závěru našroubována. Zásobování je řešeno nábojovou schránkou na 4 náboje. Spoušťový mechanismus je bez napínáčku s regulovatelným odporem spouště. Kulovnice má třípolohovou pojistku na pravé straně pouzdra závěru. Pažba je vyrobena

z kompozitních materiálů a systém je do pažby uložen pomocí Pillar a Glass beddingu. Konstrukcí se podobá rekonstruované kulovnici CZ 527. [12]



Obrázek 28: Kulovnice Kimber Montana [12]



Obrázek 29: Uložení systému kulovnice Kimber Montana [12]



Obrázek 30: Závěr kulovnice Kimber Montana [12]

1.7 Mossberg

Společnost Mossberg vyrábí produktovou řadu MVP v ráži .223 Rem, .222Rem a .300AAC Blackout. Tato produktová řada má mnoho modelů, které se liší typem pažby, povrchovou úpravou, mířidly a způsobem zásobování.

MVP Patrol Rifle

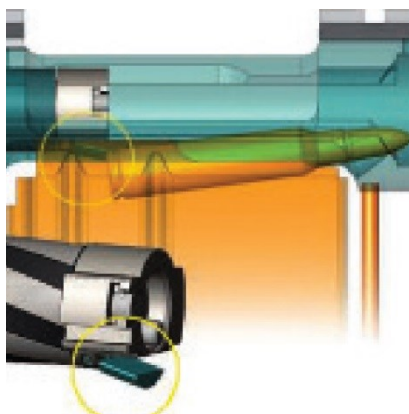
MVP Patrol Rifle je kulovnice s otočným odsuvným závěrem neseným vyhazovačem a krátkým vytahovačem. Na čele závěru je odpružený výklopný prvek, který usnadňuje podávání nábojů do nábojové komory. Spoušťový mechanismus je regulovatelný. Pojistka je třípolohová a je umístěna na pravé straně zbraně. Zásobování je standardně zajištěno zásobníkem na 5 nábojů. V zásobníkové šachtě je přípojné rozhraní na zásobníky řady AR15, takže lze použít celou škálu těchto zásobníků. [13]



Obrázek 31: Kulovnice Mossberg MVP Patrol Rifle [13]



Obrázek 32: Zásobníky pro kulovnici Mossberg MVP Patrol Rifle [13]



Obrázek 33: Systém podávání náboje kulovnice Mossberg MVP Patrol Rifle [13]

1.8 Tikka

Společnost Tikka má ve svém portfoliu v ráži .223 Rem modelovou řadu Tikka T3x, která se vyrábí v mnoha modifikacích lišících se typem pažby, délkou a tvarem hlavně, povrchovou úpravou a mířidly.

Tikka T3x

Tikka T3x je kulovnice s otočným odsuvným závěrem, neseným vyhazovačem a krátkým vytahovačem. Uzamykání závěru je do pouzdra závěru. Zásobování je řešeno zásobníkem na 5 nábojů. Pojistka je dvupolohová umístěná na pravé straně kulovnice. Spoušťový mechanismus nemá napínáček a není regulovatelný. Na pažbu je možné pro lepší úchop připevnit širší předpažbí. Pistolová rukojeť je výměnná. [14]



Obrázek 34: Kulovnice Tikka T3x [14]



Obrázek 35: Výměnná pistolová rukojeť kulovnice Tikka T3x [14]



Obrázek 36: Zásobníky kulovnice Tikka T3x [14]

1.9 Howa

Společnost Howa vyrábí mnoho provedení modelové řady M 1500. Jednotlivá provedení jsou určena pro různé segmenty trhu a podle toho se od sebe odlišují. Největší rozmanitost provedení tvoří různé druhy pažeb, dále je to způsob zásobování (zásobníkové a schránkové) a povrchová úprava systému.

Howa M 1500 Hunter

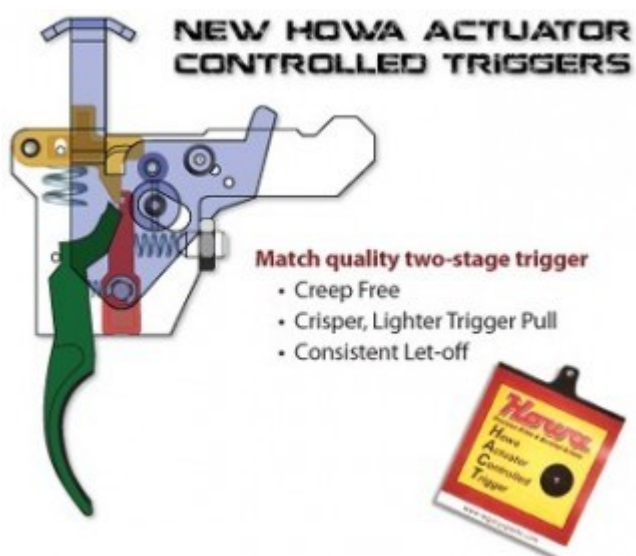
Howa M 1500 Hunter je kulovnice s otočným odsuvným závěrem, krátkým vytahovačem a neseným vyhazovačem. Závěr je uzamykán do pouzdra zbraně. Hlaveň je do pouzdra závěru našroubována a má štíhlý profil. Na pouzdře závěru je přišroubovaná lišta weaver. Zásobování je řešeno schránkou na 5 nábojů. Třípolohová pojistka je umístěna na pravém boku kulovnice. Spoušťový mechanismus je bez napínáčku, lze regulovat odpor spouště po sejmutí pažby. Pažba je dřevěná s pryžovou botkou a povrch pažby je lakován. Systém je v pažbě uložen pomocí vložek Pillar Bedding. [15]



Obrázek 37: Kulovnice Howa M1500 [15]



Obrázek 38: Spoušťový mechanismus a systém kulovnice Howa M1500 (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 39: Rozkres spoušťového mechanismu kulovnice Howa M1500 [15]

2 Náboj 6,5 Grendel

2.1 Popis a základní vlastnosti náboje 6,5 Grendel

U náboje 6,5 Grendel se jedná o jednotný kulový náboj se středovým zápalem. Skládá se z jednotné střely, výmetné náplně, zápalky a kovové nábojnice. Náboj byl primárně vyvinut pro ozbrojené složky k ničení živých cílů. Postupně si získal oblibu u sportovních střelců díky své přesnosti a u lovců díky svému účinku v cíli.



Obrázek 40: Náboj 6,5 Grendel [16]

2.1.1 Střela

Střela je částí náboje, která utěsňuje nábojnici a je vymetena směrem k cíli. Pro tuto ráži se vyrábějí monoogivální nebo biogivální celoplášťované, poloplášťované a SST střely.

2.1.2 Výmetná náplň

Výmetná náplň je chemická látka nebo směs, která je schopna mimořádně rychlého uvolnění energie a vývinu velkého množství plynů. Slouží k vymetení střely ven z hlavně.

2.1.3 Zápalka

Zápalka obsahuje zápalkovou slož, která skrz zátravku zažehává výmetnou náplň.

2.1.4 Nábojnice

Nábojnice je tenkostěnné pouzdro, ve kterém je uložena výmetná náplň, zápalka a střela. Spojuje všechny prvky náboje do jednoho celku. Nábojnice je lahvovitého tvaru s drážkou pro vytahovač, která umožňuje snadné vytažení náboje nebo nábojnice z nábojové komory.

Tabulka 1: Přehled rychlostí a energií náboje 6,5 Grendel se střelou typu BT o hmotnosti 123 grs [17]

ústí	100	200	300	400	500
Zkušební hlaveň (610mm) rychlost (m/s) / energie (J)					
786 / 2464	734 / 2150	684 / 1869	637 / 1617	591 / 1393	547 / 1194
Hlaveň (410mm) rychlost (m/s) / energie (J)					
716 / 22044	667 / 1773	619 / 1530	574 / 1316	531 / 1126	491 / 961
Pokles střely (mm)					
-61	46	0	-221	-642	-1303

2.2 Historie 6,5 Grendel

V roce 2003 Bill Alexandr a Janne Pohjoispää společně spolupracovali na nové konstrukci náboje. Cílem bylo vytvořit náboj na vzdálenost 200 – 800 metrů, který měl překonat vlastnosti náboje 5,56x45 NATO / 223 Remington a být využit v platformě AR15.

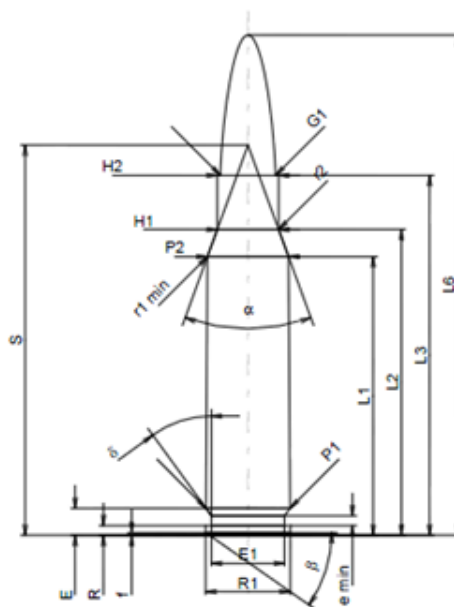
Konstruktéři se rozhodli pro kratší nábojnici s větším průměrem a větším objemem prachové náplně pro dosažení vyššího balistického koeficientu střely. Zadní průměr čela nábojnice je stejný jako u náboje .220 Russian / 7,62x39 - to znamená, že je větší než u náboje 5,56x45 NATO, což vyžaduje nestandardní závěr AR-15. Výsledná kapacita zásobníku AR-15 se snížila z 30 na 26 nábojů. Náboj je nejčastěji vyráběn v laboraci se střelou 8 g, Vo 790 m/s, Eo 2500 J. Náboj zaujal i armádu v rámci jejího hledání univerzálního pěchotního náboje. [18]

2.3 Porovnání náboje 6,5 Grendel a 7,62x39

Tím, že náboj 6,5 Grendel vychází ze 7,62x39, je rozměrově velice podobný a liší se především v poloze dosedacího kužele a průměrem střely. Zásadním rozdílem pro rekonstrukci je tlak, který je zhruba o 10 MPa vyšší. Z tohoto důvodu je nutné provést kontrolu pevnosti hlavně.



Obrázek 41: Porovnání náboje 7,62x39 (vlevo) a 6,5 Grendel (vpravo) (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 42: Kótované rozměry náboje [19]

Tabulka 2: Rozměry nábojů 7,62x39 a 6,5 Grendel [19]

Ráže	7,62x39	6,5 Grendel CIP	6,5 Grendel SAAMI
R	1,5	1,5	1,5
R1	11,35	11,2	11,2
E	3,2	3,49	----
E1	9,56	9,6	9,6
e min	1	1,19	1,19
L1	30,5	29,23	29,227
L2	33	32,24	32,242
L3	38,7	38,61	38,61
P1	11,35	11,2	11,2
P2	10,07	10,92	10,924
H1	8,6	7,44	7,442
H2	5,6	7,44	7,442
G1	7,92	6,71	6,713
Pmax	3550	4050	----
PK	4083	4658	----
PE	4440	5063	----
M	25	25	----
EE	2510	2800	----

3 Kulovnice CZ 527

3.1 Provedení CZ 527

Kulovnice CZ 527 je určena pro lov na krátké i delší vzdálenosti drobné a srnčí zvěře. Při její konstrukci bylo zohledněno využití ve všech klimatických podmínkách a tvrdé zacházení. Je využívána i ke sportovní střelbě. Některá provedení jsou vyráběna také pro levoruké střelce. Jedná se o kulovnici typu Mauser.

Na základě potřeb zákazníka se vyrábí kulovnice CZ 527 v provedení:

- **EXCLUSIVE** je luxusnější provedení s pažbou typu Monte Carlo, nos předpažbí a zakončení pistolové rukojeti je z ebenového dřeva, povrch hlavně je kován na „čisto“ tedy bez broušení vnějšího tvaru a závěr je zdobně kroužkován.



Obrázek 43: CZ 527 EXCLUSIVE [20]

- **LUX** je model tradičního evropského stylu, který má otevřená mířidla a pažbu typu Monte Carlo. Vyrábí se i v levorukém provedení.



Obrázek 44: CZ 527 LUX [20]

- **AMERICAN** má pažbu amerického typu a štíhlou kovanou hlavní bez mířidel. Vyrábí se i v levorukém provedení.



Obrázek 45: CZ 527 AMERICAN [20]

- **CARBINE** je krátké, lehké provedení s pažbou amerického typu, krátkou štíhlou hlavní a otevřenými mířidly.



Obrázek 46: CZ 527 CARBINE [20]

- **FULL STOCK** je provedení s pažbou typu Monte Carlo s dlouhým předpažbím a otevřenými mířidly.



Obrázek 47: CZ 527 FULL STOCK [20]

- **VARMINT** je provedení pro terčovou střelbu na delší vzdálenosti s těžkou, dlouhou hlavní a odolnou pažbou z vrstveného dřeva.



Obrázek 48: CZ 527 VARMINT [20]

- **SYNTHETIC** je provedení s plastovou pažbou amerického typu s povrchovou úpravou Soft touch a tří raným zásobníkem.



Obrázek 49: CZ 527 SYNTHETIC [20]

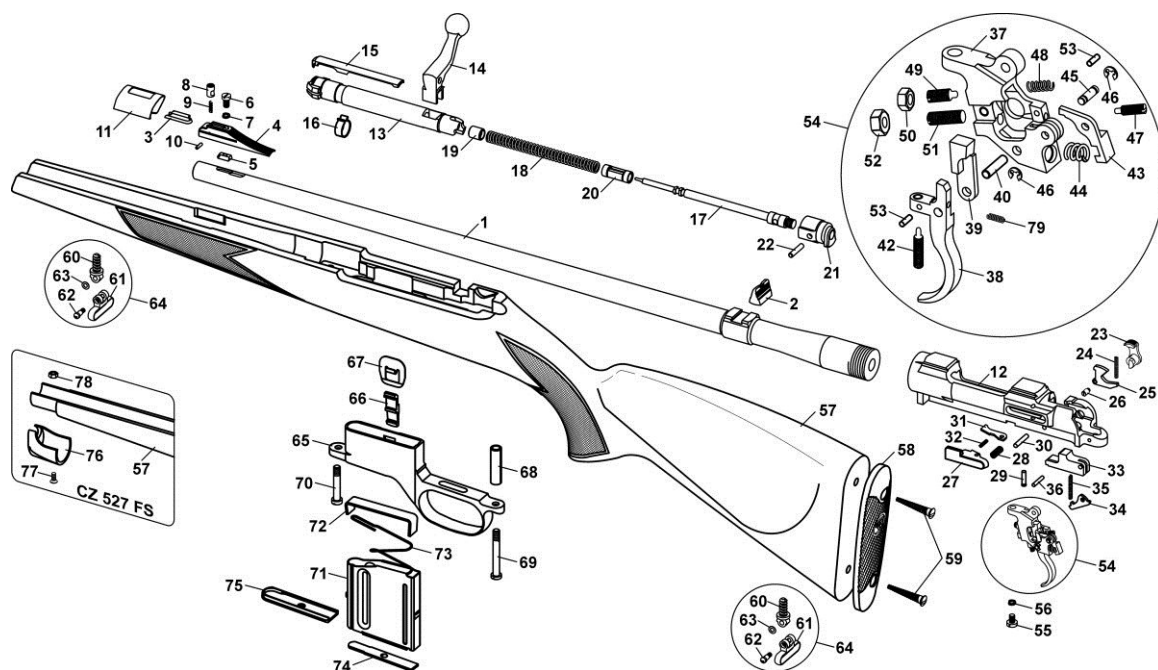
Vzhledem k využití a možnostem konstrukce se pro uspokojení zákazníka také vyrábí ve velké řadě ráží a to: .17 Hornet, .22 Hornet, .204 Ruger, .17 Remington, .221 Remington, .222 Remington, .223 Remington a 7,62x39. [20]

3.2 Konstrukce zbraně

Kulovnice CZ 527 je opakovací, dlouhá palná zbraň s odsuvným, otočným závěrem ovládaným klikou, vyjímatelným zásobníkem a spoušťovým mechanismem s napínáčkem.

Kulovnice se skládá celkem ze 72 dílů včetně normalizovaných součástí, pružin a hlavních dílů. Ty jsou smontovány do dílčích podsestav nebo přímo na zbraň jako

samostatné díly. Celý systém je uložen v dřevěné nebo plastové pažbě. Konstrukce je tvořena rozebíratelnými spoji. [21]



Obrázek 50: Explozivní rozkres CZ 527 [21]

Hlavní díly zbraně jsou:

- pouzdro závěru,
- hlaveň,
- závěr.

Hlavní díly podléhají kontrole Českému úřadu pro zkoušení zbraní a střeliva.

Mezi vyráběné díly a sestavy patří:

- závěr sestava, která se dále skládá z vytahovače, kroužku vytahovače, úderníku, zpruhy úderníku, matice úderníku, opěry zpruhy úderníku, pojistky kliky a kliky
- spoušťová sestava, která se skládá z držáku spouště, spouště, spoušťové páky, napínáčku, pružin, kolíku a stavěcích šroubů
- zásobník sestava, která se dále skládá z pláště zásobníku, podavače, pružiny zásobníku, vložky zásobníku a dna zásobníku
- rám zásobníku
- záchyt úderníku

- doraz záchytu úderníku
- zádržka závěru
- vyhazovač
- pojistka
- západka kliky
- zádržka zásobníku
- mířidla
- pažba
- spojovací šrouby a další normalizovaný materiál

3.2.1 Hlaveň

U hlavně se jedná o dlouhý rotační díl z pevnostního materiálu vhodného pro tváření za studena. Vnější tvar je dán typem provedení kulovnice. Pro lovecká provedení je volen štíhlý tvar hlavně s ohledem na nízkou váhu a její pevnost. Pro sportovní účely je volen průřez konstantního průměru v celé délce hlavně a je kladen větší důraz na tuhost hlavně než na váhu.

Přípojně rozhraní k pouzdru závěru je tvořeno metrickým závitem s pravým, jemným stoupáním a vyšší přesností. Vnitřní tvar hlavně je opatřen nábojovou komorou, přechodovým kuželem, vodící částí a ústím hlavně. Vodící část je tvořena 4 až 6 drážkami různého stoupání a rozdílným vnitřním průměrem podle druhu ráže. Drážky jsou do předem připravené díry vytlačeny pomocí technologie kování hlavní. Nábojové komory a přechodové kužele jsou opět rozdílné podle druhu ráže. Jejich tvary a rozměry jsou dány C.I.P. nebo S.A.A.M.I.. Komory jsou leštěny na vysoký lesk kvůli snížení výtahových sil nábojnice. Ústí hlavně je prováděno buď se zaobleným zakončením vodící části nebo se zapuštěným čelem kolmým k ose hlavně.

3.2.2 Pouzdro závěru

Pouzdro závěru je tvarově složitý díl vyrobený z výkovku. Je to nosný prvek, na který je namontován zbytek součástí a mechanismů. Středem výkovku v podélné ose vede díra, která společně s podélnými drážkami tvoří vedení závěru. Vedení je zakončeno v přední části šroubovicí přecházející v uzamykací plochu. Tato plocha a dosed pro čelo hlavně tvoří uzamykací rozměr nábojového prostoru. Od čela pouzdra závěru k dosedu pro hlavěň je závit pro její uložení.

Výhodné okénko je tvořeno velkým výběrem materiálu ve střední části, čímž je odkryt nábojový prostor a šachta pro zásobovací ústrojí. Z levé strany z pohledu střelce je vybrání pro zádržku závěru a odpružený vyhazovač. Na pravé straně je vyrobeno vedení pro západku kliky, kterou ovládá pojistka umístěná v příčném otvoru ústícím ve vedení závěru. Zadní část vedení závěru je odlehčena pro matici úderníku a vedení kliky závěru.

Na horní ploše je vyfrézovaná rybina pro upevnění montáže optického zařízení a povrch je zdrsňen rýhováním pro snížení odlesků od slunečního svitu. Ze spodní strany jsou zhotoveny dva otvory se závitem pro spojovací šrouby, výběr pro záchyt úderníku a spoušťový mechanismus. Vnější tvar je designově sladěn se zbylými díly a celým kontextem kulovnice.

3.2.3 Závěr

Závěrje namáhaný rotační díl z cementační oceli. Téměř v celé své délce je tvořen konstantním vnějším průměrem. V přední části z obrysu vystupují dvě křídélka, která přenáší tlak vzniklý při výstřelu na pouzdro závěru. Čelo závěru je opatřeno sedlem pro nábojnici, přidržovačem, vedením vytahovače a zápalníkovou dírou. V zadní části jsou dvě šroubovice pro předepnutí bicího mechanismu a čtvercový otvor pro vložení kliky. Osou závěru vede odstupňovaná díra pro úderník a bicí pružinu.

3.2.4 Závěr sestava

Sestava závěru se skládáze samotného závěru, na který je pomocí plechového kroužku vytahovače připevněn dlouhý pružný vytahovač. Do takto složeného závěru je vsunut úderník, který je skolíkován s maticí úderníku. Na úderník je nasunuta pojistka kliky, bicí pružina a opěra bicí pružiny. Poté se do závěru zasune klika, která tvarově drží sestavu úderníku v závěru. Pomocí pojistky kliky předepnutím bicího mechanismu se zajistí klika proti samovolnému vypadnutí.

3.2.5 Spoušťová sestava

Spoušťová sestava je samostatná sestava konstruována jako spoušťový mechanismus s francouzským napínáčkem. Lze nastavit chod spouště, propad spouště, tuhost spouště a tuhost napínáčku. Nosným prvkem je držák, do kterého jsou namontovány spoušť, spoušťová páka, napínáček pružiny a další

normalizovaný materiál pro regulaci chodů, odporů a samotné upevnění k pouzdru závěru.

3.2.6 Zásobník sestava

Zásobníky pro řadu CZ 527 jsou segmentové, jednořadé, celokovové lisované z plechu. Z boku jsou prolisy tvořící vedení nábojů. Hubice zásobníku je tvořena tak, aby neumožnila pohyb náboji ve směru působící síly pružiny zásobníku, ale v podélném směru bylo možné náboj ze zásobníku vysunout. Sílu pružiny na náboje přenáší plechový podavač. Zásobník je plně rozebíratelný a ze spodu je uzavřen dnem zásobníku, které je proti samovolnému vysunutí pojištěno podložkou pružiny zásobníku.

3.2.7 Pažba

Pažba slouží k uchopení zbraně, její zapření do ramene pro snadnější zamíření a zachycení zpětného rázu. Pažby pro CZ 527 jsou vyrobeny z bukového a ořechového dřeva nebo z plastů. Jejich tvar je dán jednotlivými provedeními jako:

- **LUX** - pažba je typu Monte Carlo s lícnicí a pryžovou botkou. Vyrábí se z amerického nebo tureckého ořechu. Povrchová úprava je lakování s polozaplněnými póry. V současné době se postupně na požadavek zákazníka přechází na povrchovou úpravu olejováním.
- **FULL STOCK** - pažba je typu Monte Carlo s lícnicí, dlouhým předpažbím až k ústí hlavně a pryžovou botkou. Vyrábí se z tureckého ořechu. Povrchová úprava je lakování s polozaplněnými póry.
- **EXCLUSIVE** - pažba je typu Monte Carlo s lícnicí a pryžovou botkou. Vyrábí se z tureckého ořechu. Nos pažby a zakončení pistolové rukojeti jsou z ebenového dřeva. Povrchová úprava je lakování s polozaplněnými póry.
- **AMERICAN** – pažba amerického typu s jemně naznačenou lícnicí a pryžovou botkou. Tento model se převážně vyrábí z bukového dřeva, ale také i z tureckého ořechu. Povrchová úprava je lakování s polozaplněnými póry. Pažba je domořována lihovými mořidly na barvu tmavého ořechu.
- **CARBINE** – pažba amerického typu s jemně naznačenou lícnicí, zkráceným předpažbím a pryžovou botkou. Vyrábí se z bukového dřeva a na požadavek amerického trhu z tureckého ořechu. Povrchová úprava je lakování

s polozaplněnými póry. Pažba je domořována lihovými mořidly na barvu tmavého ořechu. Ořechové pažby jsou olejovány bez domořování.

- **VARMINT** – pažba je uzpůsobena terčové střelbě, s masivním předpažbím a kolmější pistolovou rukojetí. Vyrábí se z bukového nebo laminovaného dřeva. Povrchová úprava je lakování s polozaplněnými póry.
- **SYNTHETIC** – je plastová pažba amerického typu bez lícnice a pryžovou botkou. Povrchová úprava pažby je nástrík soft-touch.

Každá pažba má designově upravený chekering podle kontur pažby a zbraně. Rybiny jsou do dřeva páleny laserově, v plastové pažbě jsou vyrobeny přímo z formy.

3.3 Funkce 527

Funkčnímu cyklu popisované zbraně se rozumí podání náboje, jeho uzavření v nábojové komoře, odpálení, vytažení a vyhození nábojnice z nábojového prostoru. Jedná se tedy o uskutečnění výše popsaných dějů.

Celý funkční cyklus provádějí tyto mechanismy:

- podávací
- spoušťový
- bicí
- vytahovací
- vyhazovací
- pojistný

3.3.1 Podávací mechanismus

Podávací mechanismus tvoří segmentový zásobník a čelo závěru. Pružina zásobníku působí přes podavač na sloupec nábojů, který je přidržován hubicí zásobníku.

Tvar hubice je uzpůsoben tak, aby umožnil při dopředném pohybu závěru vysouvat náboj ze zásobníku. Vysouvaný náboj je přes skluzavku v pouzdře závěru směřován do nábojové komory. Hubice přidržuje vysouvaný náboj, dokud není počátek střely v komoře. Poté závěr zasune náboj do nábojové komory a uzavře jej. Už při vysouvání náboje dochází k podběhnutí rantlu nebo zápichu nábojnice pod vytahovač, který postupně přebírá vedení náboje od hubice. Tento systém se nazývá řízené podávání.

3.3.2 Spoušťový mechanismus

Kulovnice CZ 527 používají jednospoušťový mechanismus s napínáčkem francouzského typu, kde je možné nastavit odpor spouště, chod napínáčku a propad spouště. Jazýčková spoušť je uložena v držáku spouště na otočném čepu. Jedná se o dvouzvratnou páku, která přenáší sílu střelcova prstu na spoušťovou páku. Pro zamezení volného pohybu je spoušť dotlačována ke spoušťové páce pružinou.

Délka chodu spouště je stavitelná pomocí stavěcího šroubu. Spoušťová páka podepírá záchyty úderníku a působí na ni pružinou spoušťové páky. Dotahováním nebo povolováním stavěcího šroubu, který tvoří dosed pružiny spoušťové páky, se nastavuje odpor spouště. Při stlačení spouště určitou silou dojde k přenesení síly na spoušťovou páku, přetlačení pružiny tvořící odpor a ztrátě podpory záchyty úderníku, tím dojde k vypuštění bicího mechanismu.

Pro skokové snížení odporu spouště je možné použít napínáček. Přesunutím spouště do přední polohy se přesmykne páka napínáčku po šikmé ploše na druhém konci spouště. Působením tuhé pružiny napínáčku je spoušť držena v přední poloze pouze tlakem dráčku napínáčkové páky. Pro snížení odporu napínáčku je spoušť chromována a leštěna na vysoký lesk.

Stisknutím spouště dojde k jejímu urychlení díky síle pružiny napínáčku působící přes páku na šikmou plochu. Spoušťová páka je nárazem spouště přetlačena a záchyty úderníku uvolní bicí mechanismus.

3.3.3 Bicí a napínací mechanismus

Podsestava závěru se sestavou úderníku a klikou tvoří bicí a napínací mechanismus. Při otevírání uzamčeného závěru, pohybem kliky, pootočením o 90° proti směru hodinových ručiček z pohledu střelce, je přes šroubovice v zadní části závěru odtlačována sestava úderníku. Protože je sestava úderníku v závěru pojištěna proti vysunutí klikou, je přes pojistku kliky, která je vsuvně nasazena na úderník předepínána bicí pružina.

Při dosažení zadní úvrati dojde závěrem k podepření napnuté sestavy úderníku v zadní poloze. Při uzamykání závěru se tato podpora uvolní a při krátkém pohybu vpřed dojde k zachycení matice úderníku záchytem úderníku. Tím je bicí mechanismus napnutý

a připravený k odpalu. Stisknutím spouště je akumulovaná síla bicí pružiny uvolněna a úderník je vržen vpřed na zápalku, čímž dojde k odpalu.

3.3.4 Vytahovací a vyhazovací mechanismus

Vytahovací a vyhazovací mechanismus se využívá k odstranění náboje nebo nábojnice z nábojové komory a nábojového prostoru. Drápek vytahovače zaháknutý za rantl nebo zápich nábojnice / náboje při odemykání závěru odtrhne nábojnici / náboj od nábojové komory. Tažením závěru do zadní polohy je nábojnice / náboj vytahována a zároveň držena na čele závěru. Těsně před zadní polohou se čelo nábojnice /náboje opře o vyhazovač a je vytlačena z čela závěru. Poloha vytahovače a vyhazovače určuje směr vyhození nábojnice/náboje z nábojového prostoru.

3.3.5 Pojistný mechanismus

Kulovnice je vybavena negativní pojistkou bicího mechanismu a pojistkou proti otevření závěru v zajištěné poloze bicího mechanismu. Pojistka je otočně uložena v pouzdře závěru. Její dřík je tvarově upraven tak, že při jejím zajišťování pohybem v před, plocha na konci dříku přetlačí matici úderníku vzad a tvoří její podpěru. Záchyt úderníku je tak vyřazen z funkce. Pojistka také ovládá vnitřní pojistku kliky. Tvarové vybrání v dříku pojistky působí při zajišťování na pojistku kliky, čímž je zasunuta do záhlubu v klice a tvarově tak zabraňuje otevření závěru.

4 Výběr ústrojí zbraně, která budou dotčena rekonstrukcí

Pro co nejméně nákladnou a technicky náročnou rekonstrukci jsem vybral kulovnici CZ 527 v ráži 7,62x39 pro značnou podobnost rozměrů a tlaků náboje 6,5 Grendel, která je popsána v odstavci 2.3.

4.1 Činnosti nutné k rekonstrukci

Z důvodu vyšších tlaků náboje 6,5 Grendel je nutné provést kontrolu pevnosti hlavně, pouzdra závěru a závěru. Po úpravě rozměrů jednotlivých níže uvedených dílů provedeme kontrolu kinematiky, podávání náboje do komory a vyhození nábojnice z nábojového prostoru.

4.1.1 Pevnostní výpočet

Na základě vývoje tlaků při výstřelu náboje ráže 6,5 Grendel bude zhotoven pevnostní výpočet na ověření pevnosti hlavně, uzamykacích ozubů závěru a pouzdra závěru. Dále také bude zkontrolována uzamykací plocha pouzdra závěru a uzamykacích ozubů závěru na otlačení.

4.1.2 Kinematika

Pro simulaci kinematiky bude zhotoven 3D model sestavy kulovnice CZ 527 s upravenými díly dle níže uvedeného popisu. Bude použit program MSC ADAMS. Touto simulací bychom měli dostat výsledky funkce podávacího a vyhazovacího mechanismu. Podle výsledků budou případně tvarově nebo rozměrově upraveny inkriminované díly a opět zkontrolovány programem MSC ADAMS. Tento postup bude opakován, dokud nebudou výsledky vyhovující.

4.2 Rekonstruované díly zbraně

Mezi díly dotčené rekonstrukcí patří:

- hlaveň
- pouzdro závěru
- plášť zásobníku
- podavač
- pružina zásobníku

4.2.1 Hlaveň

Díky tvaru nového náboje musíme změnit nábojovou komoru, přechodový kužel a samotnou vodící část hlavně. Dále podle výsledků pevnostního výpočtu hlavně se rozhodneme, zda budeme překonstruovávat i vnější tvar hlavně, případně měnit jakost materiálu. Rozměry nábojové komory s tolerancemi převezmeme z normy C.I.P. Rozměry vodící části a její stoupání využijeme také z normy, abychom nemuseli zdlouhavě hledat optimální hodnoty pro dosažení požadovaných výsledků.



Obrázek 51: Hlaveň ráže 6,5 Grendel (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2.2 Pouzdro závěru

Skluzavka náboje v pouzdru závěru bude pro prvotní simulace kinematiky zachována shodně s provedením pro ráži 7,62x39. Podle výsledků kinematiky bude zachován nebo upraven úhel, tvar a šířka skluzavky náboje. Dále bude podle pevnostních výpočtů případně zesíleno uložení hlavně a opěrné plochy závěru. Na základě výpočtu kontroly na otlačení uzamykacích ozubů bude rozhodnuto o případných úpravách tepelného zpracování nebo zvolena jiná jakost materiálu.

4.2.3 Plášť zásobníku

Původní zásobník má kapacitu 5 nábojů. Protože mají obě dvě ráže stejný rozměr zadní části, měla by zůstat kapacita zásobníku, při zachování vnějších rozměrů pláště zásobníku, stejná.

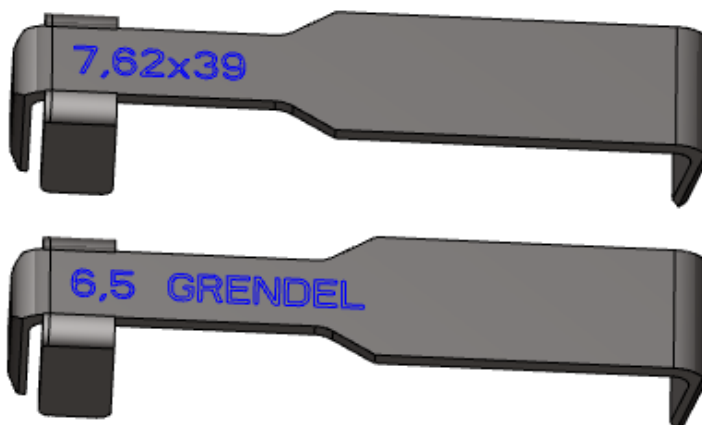
Díky kratšímu rozměru dosedacího kužele je nutné na plášti zásobníku změnit umístění vodících částí náboje tak, aby byl zamezen volný pohyb sloupce nábojů v ose náboje. Tato změna umístění vodících částí blíže k dosedacímu kuželi náboje nám zabráni nežádoucímu otloukání střel o přední stěnu pláště a zabezpečí správné vedení nábojů.



Obrázek 52: Plášť zásobníku 6,5 Grendel (vlevo) a 7,62x39 (vpravo) (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2.4 Podavač

Změnou umístění vodících částí v plášti zásobníku musíme upravit podavač tak, aby měl v zásobníku dostatečnou vůli pro svou funkci. Pokud bychom chtěli zachovat co nejvíce dílů společných a zvýšit unifikaci s provedením v ráži 7,62x39, musíme zvětšit výběr pro vodící části pláště zásobníku tak, aby fungoval v obou rážích. Tím, že je podavač vedený v přední i zadní části, můžeme si tento větší výběr dovolit, aniž bychom zhoršili funkci celého zásobníku.



Obrázek 53: Podavač 7,62x39 a 6,5 Grendel (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2.5 Pružina zásobníku

Pružina zásobníku má průřez oválného tvaru s vyčnívajícími závěrnými závity. Tyto závěrné závity podepírají podavač v přední části a tvoří podporu celé pružiny v zásobníku. Pružina vyplňuje prostor od vodících částí náboje až po zadní čelo pláště zásobníku. Tvar průřezu pružiny musíme změnit tak, aby vyhovoval posunutým vodícím částem v plášti zásobníku. Také bude muset být pružina přepočítána, aby byla schopna dostatečně zajišťovat podávání nábojů. Kvůli unifikaci dílů bude pružina počítána i na hmotnosti náboje ráže 7,62x39. Následně bude provedena kinematika celého zásobníku, aby byla zkontrolována správná funkce upravených dílů.

5 Rekonstrukce hlavně

Cílem pevnostního výpočtu hlavně pro ráži 6,5 Grendel je ověřit, zda při výstřelu nedojde k trvalé deformaci hlavně nebo dokonce k její destrukci. Pro kontrolu pevnosti hlavně budou použity stejné vnější rozměry hlavně a její materiál jako u stávajících kulovnic řady CZ 527.

5.1 Pevnostní výpočet hlavně v kritických průřezích

Hlaveň je vyrobena z materiálu 15 142.9 s mezí pevnosti $R_m=1000$ MPa, mezí kluzu $R_e=765$ MPa a tažností $A_5=15$ %. Celková délka hlavně je 560 mm. [22] Kontrolu pevnosti provedeme v 5 průřezích v nejkritičtějších místech hlavně:

Tabulka 3: Přehled rozměrů hlavně v kritických průřezích (Zdroj: Vlastní zpracování)

Vzdálenost průřezu od čela hlavně [mm]	10	30	80	300	560
Vnější poloměr r_2 [mm]	12,5	12,5	10,23	8,85	7,25
Vnitřní poloměr r_1 [mm]	5,5	5,451	3,255	3,255	3,255

Aby nedošlo k poškození hlavně, musí být splněna podmínka $P_K \leq P_E$.

Proto v jednotlivých průřezích spočítáme mez pružného odporu podle (5.1) a porovnáme ji s konstrukčním tlakem.

$$P_E = R_e \frac{a^2 - 1}{\sqrt{3a^4 + 1}} \quad (5.1)$$

Kde a je poměr vnitřních a vnějších poloměrů [23]:

$$a = \frac{r_2}{r_1} \quad (5.2)$$

$$a_1 = \frac{r_{2_{10}}}{r_{1_{10}}} = \frac{12,5}{5,5} = 2,272$$

$$a_2 = \frac{r_{2_{30}}}{r_{1_{30}}} = \frac{12,5}{5,451} = 2,293$$

$$a_3 = \frac{r_{2_{80}}}{r_{1_{80}}} = \frac{10,23}{3,255} = 3,142$$

$$a_4 = \frac{r_{2_{300}}}{r_{1_{300}}} = \frac{8,85}{3,255} = 2,718$$

$$a_5 = \frac{r_{2_{560}}}{r_{1_{560}}} = \frac{7,25}{3,255} = 2,227$$

Výpočet meze pružnosti v jednotlivých průřezích ze vzorce (5.1):

$$P_{E1} = R_e \frac{a_1^2 - 1}{\sqrt{3a_1^4 + 1}} = 765 \frac{2,272^2 - 1}{\sqrt{3 * 2,272^4 + 1}} = 765 \frac{4,361}{7,776} = 429,033 MPa$$

$$P_{E2} = R_e \frac{a_2^2 - 1}{\sqrt{3a_2^4 + 1}} = 765 \frac{2,293^2 - 1}{\sqrt{3 * 2,293^4 + 1}} = 765 \frac{4,257}{7,253} = 449 MPa$$

$$P_{E3} = R_e \frac{a_3^2 - 1}{\sqrt{3a_3^4 + 1}} = 765 \frac{3,142^2 - 1}{\sqrt{3 * 3,142^4 + 1}} = 765 \frac{8,872}{15,255} = 447,908 MPa$$

$$P_{E4} = R_e \frac{a_4^2 - 1}{\sqrt{3a_4^4 + 1}} = 765 \frac{2,718^2 - 1}{\sqrt{3 * 2,718^4 + 1}} = 765 \frac{6,387}{12,834} = 380,711 MPa$$

$$P_{E5} = R_e \frac{a_5^2 - 1}{\sqrt{3a_5^4 + 1}} = 765 \frac{2,227^2 - 1}{\sqrt{3 * 2,227^4 + 1}} = 765 \frac{3,959}{8,648} = 350,212 MPa$$

5.2 Výpočet konstrukčního tlaku v jednotlivých průřezích

Od výrobce střeliva byl získán průběh vývinu vnitrobalistických tlaků pro náboj 6,5 Grendel se střelou typu BT o hmotnosti 123grs (viz Příloha A).

Pro výpočet konstrukčního tlaku potřebujeme znát průběh vývinu tlaku zadaného spotřebního náboje 6,5 Grendel (dle Přílohy A):

$$P_{SN1} = 325 \text{ MPa}$$

$$P_{SN2} = 325 \text{ MPa}$$

$$P_{SN3} = 301 \text{ MPa}$$

$$P_{SN4} = 93 \text{ MPa}$$

$$P_{SN5} = 57 \text{ MPa}$$

Z tlaku spotřebního náboje spočítáme tormentační tlak P_T [24] v jednotlivých průřezech:

$$P_T = P_{SN} * 1,3 \quad (5.3)$$

$$P_{T1} = P_{SN1} * 1,3 = 325 * 1,3 = 422,5 \text{ MPa}$$

$$P_{T2} = P_{SN2} * 1,3 = 325 * 1,3 = 422,5 \text{ MPa}$$

$$P_{T3} = P_{SN3} * 1,3 = 301 * 1,3 = 391,3 \text{ MPa}$$

$$P_{T4} = P_{SN4} * 1,3 = 93 * 1,3 = 120,9 \text{ MPa}$$

$$P_{T5} = P_{SN5} * 1,3 = 57 * 1,3 = 74,1 \text{ MPa}$$

Z tormentačního tlaku náboje spočítáme konstrukční tlak P_K [24] v jednotlivých průřezech:

$$P_K = P_T * k_b \quad (5.4)$$

Kde k_B je koeficient bezpečnosti a liší se od místa použití:

Pro nábojovou komoru $k_b = 1$

Pro místo maximálního tlaku $k_b = 1,1$

Na ústí hlavně $k_b = 2$

$$P_{K1}=P_{T1} \cdot k_b=422,5 \cdot 1=422,5 \text{MPa}$$

$$P_{K2}=P_{T2} \cdot k_b=422,5 \cdot 1=422,5 \text{MPa}$$

$$P_{K3}=P_{T3} \cdot k_b=404,3 \cdot 1,1=444,73 \text{MPa}$$

$$P_{K4}=P_{T4} \cdot k_b=120,9 \cdot 2=241,8 \text{MPa}$$

$$P_{K5}=P_{T5} \cdot k_b=74,1 \cdot 2=148,2 \text{MPa}$$

Nyní porovnáme mez pružnosti a konstrukční tlak v jednotlivých průřezech [24]:

$$P_K \leq P_E \quad (5.5)$$

$$P_{K1} \leq P_{E1}$$

$$422,5 \text{MPa} < 429,033 \text{MPa}$$

$$P_{K2} \leq P_{E2}$$

$$422,5 \text{MPa} < 449 \text{MPa}$$

$$P_{K3} \leq P_{E3}$$

$$444,73 \text{MPa} < 447,908 \text{MPa}$$

$$P_{K4} \leq P_{E4}$$

$$241,8 \text{MPa} < 380,71 \text{MPa}$$

$$P_{K5} \leq P_{E5}$$

$$148,2 \text{MPa} < 350,212 \text{MPa}$$

Z porovnaných hodnot vidíme, že konstrukční tlak náboje je v jednotlivých kritických průřezech nižší než mez pružného odporu navržené hlavňe. Z toho vyplývá, že materiál hlavňe a její vnější tvar jsou vyhovující a můžeme je tedy zachovat. Celá rekonstrukce hlavňe se bude týkat pouze nábojové komory a vodící části vývrtu. Pro ráži 6,5 Grendel je doporučeno stoupání vývrtu 1:203 se šesti drážkami. Rozměry nábojové komory a vývrtu jsem převzal z normy C.I.P..

6 Konstrukční úpravy ostatních součástí zbraně

6.1 Rekonstrukce zásobníku

Rekonstrukce se bude také týkat zásobníku. Kvůli tvaru náboje a jeho správnému vedení je nutné změnit tvar a umístění vodící části pláště zásobníku. Průměr střely zadaného náboje 6,5 Grendel je oproti výchozí ráži 7,62x39 menší, proto pro správné vedení náboje budou prolisy zúženy s dostatečnou vůlí pro volný pohyb nábojů ve svislém směru. Pro zamezení volného pohybu v ose náboje a vyvarování se případnému otloukání střel náboje o přední stěnu pláště zásobníku, posuneme vodící část pláště zásobníku k dosedacímu kuželi náboje. Mezi dosedacím kuželem náboje a vodící částí pláště zásobníku musíme zachovat dostatečnou vůlí pro volný pohyb nábojů ve svislém směru.

Tím, že změníme polohu vodících částí pláště zásobníku, musíme upravit rozměry podavače tak, aby se mohl podavač volně pohybovat v plášti zásobníku ve svislém směru. Dále pro snadnější určení ráže zásobníku je na podávací ploše zásobníku vypálena laserem ráže náboje.

Zúžením a posunutím vodících částí pláště zásobníku se zmenšil prostor pro pružinu zásobníku. Proto při jejím návrhu musíme dbát na to, aby působíště síly pružiny bylo v místě těžiště sloupce nábojů. To nám zabezpečí, že sloupec nábojů se bude rovnoměrně pohybovat a nebude se nijak naklápět.

Z CAD modulu určíme délku pružiny v zamontovaném stavu l_1 a délku pružiny při plné kapacitě zásobníku l_8 . Dále si spočítáme hmotnost sloupce nábojů a podavače, kterou musí pružina překonat pro spolehlivé podání náboje a z nich spočítáme potřebné síly F_1 a F_8 .

6.2 Ústrojí nedotčená rekonstrukcí

Další ústrojí zbraně jako je bicí mechanismus, vytahovací a vyhazovací mechanismus, spoušťový mechanismus a pojistný mechanismus nebyly dotčeny rekonstrukcí.

Energie potřebná k iniciaci zápalky je shodná s iniciační energií nábojů používanými v kulovnici CZ 527 a to z důvodu použití stejného druhu zápalky.

Drážka a průměr dna nábojnice 6,5 Grendel jsou shodné s drážkou a dnem nábojnice 7,62x39. Tudíž drápek vytahovače bude zachován a bude správně zapadat do drážky nábojnice. Přítlačná síla bude dostatečná pro držení náboje / nábojnice na čele závěru. Vyhození nábojnice bude díky nižší hmotnosti nábojnice razantnější.

Rekonstrukce na náboj 6,5 Grendel nemá žádný vliv na využití současného spoušťového a pojistného mechanismu.

6.3 Kontrola uzamykacích ozubů na stříh a otlačení

Z důvodu vyšších tlaků náboje 6,5 Grendel je nutné zkontrolovat uzamykací ozuby na stříh a otlačení. Pro tyto výpočty potřebujeme znát zatěžující sílu F_D na dno nábojnice.

6.3.1 Výpočet zatěžující síly

$$F_D = p_{\max} \frac{\pi * d_n^2}{4} \quad (6.1)$$

Kde p_{\max} je maximální tlak spotřebního náboje a d_n je vnitřní průměr dna nábojnice [23].

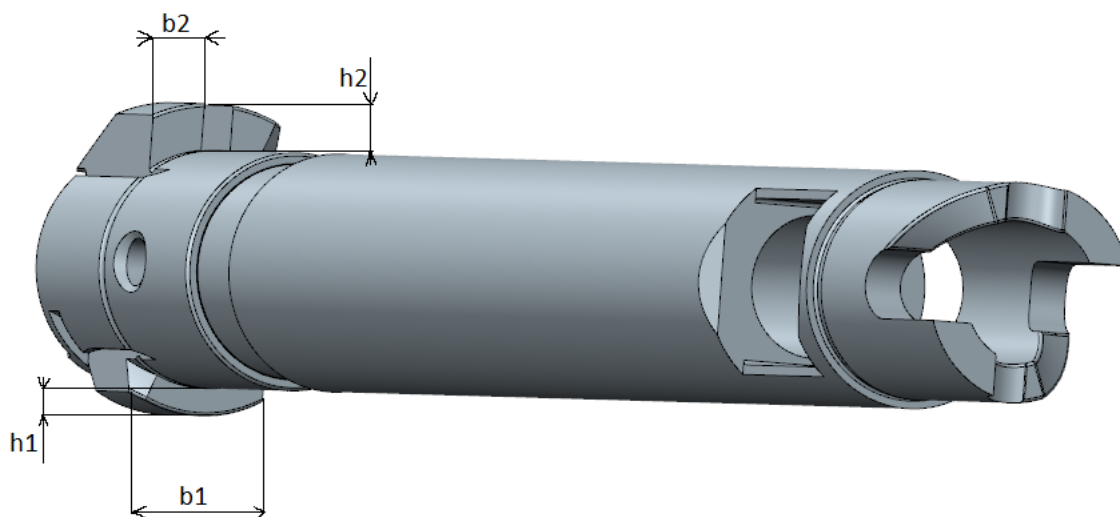
$$p_{\max} = 405 \text{ MPa}$$

$$d_n = 8,6 \text{ mm}$$

$$F_D = p_{\max} \frac{\pi * d_n^2}{4} = 405 \frac{\pi * 8,6^2}{4} = 405 \frac{232,2344}{4} = 23513,733 \text{ N}$$

6.3.2 Kontrola uzamykacích ozubů na stříh

Kulovnice CZ 527 má závěr se dvěma uzamykacími ozuby, přičemž je jeden z ozubů rozdělen na dvě symetrické části v ose závěru pro odpružený vyhazovač v zadní části pouzdra závěru. Pro výpočet jsem použil plochu vypočtenou z CAD modelu.



Obrázek 54: Rozměry uzamykacího ozubu závěru (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 55: Délkové rozměry uzamykacích ozubů závěru (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kontrolu na střih provedeme podle vzorce (6.2):

$$\tau = \frac{F_D}{n * l * b} \leq \tau_{DOV} = \frac{R_e}{\sqrt{3}} \quad (6.2)$$

Kde **n** je počet zubů, **l** je délka zubu, **b** je šířka zubu a **R_e** je mez kluzu závěrového materiálu [23].

Jelikož nemáme uzamykací ozuby o stejných rozměrech, budeme počítat s jednotlivými plochami uzamykacích ozubů.

$$l_1 = 6,98 \text{ mm}$$

$$l_2 = 11,311 \text{ mm}$$

$$b_1=8,95\text{mm}$$

$$b_2=3,475\text{mm}$$

$$h_1=1,725\text{mm}$$

$$h_2=3,094\text{mm}$$

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{F_D}{(l_1 * b_1) + 2 * (l_2 * b_2)} = \frac{23513,733}{(6,98 * 8,95) + 2 * (11,311 * 3,475)} = \\ &= \frac{23513,733}{141,082} = 166,667\text{MPa}\end{aligned}$$

Závěr je vyroben z materiálu 14 220, který má mez kluzu $R_e=590\text{MPa}$

$$\tau_{DOV} = \frac{R_e}{\sqrt{3}} = \frac{590}{\sqrt{3}} = 340,646\text{MPa}$$

$$\tau \prec \tau_{DOV}$$

6.3.3 Kontrola uzamykacích ozubů na ohyb

Pro kontrolu uzamykacích ozubů na ohyb použijí tyto rovnice [25]:

$$\begin{aligned}\sigma_o &= \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{DOV} \\ W_o &= \frac{1}{6} b * l^2 \\ M_o &= \frac{F_D}{n} * \frac{h}{2}\end{aligned} \tag{6.3}$$

Za hodnoty dosadíme rozměry z obr. 54 a obr. 55

$$W_{o1} = \frac{1}{6} b_1 * l_1^2 = \frac{1}{6} * 8,95 * 6,98^2 = 72,674\text{mm}^3$$

$$W_{o2} = \frac{1}{6} b_2 * l_2^2 = \frac{1}{6} * 3,475 * 11,311^2 = 74,097\text{mm}^3$$

$$M_{o1} = \frac{F_D}{n} * \frac{h_1}{2} = \frac{23513,733}{1} * \frac{1,725}{2} = 20280,594\text{Nmm}$$

$$M_{O2} = \frac{F_D}{n} * \frac{h_2}{2} = \frac{23513,733}{2} * \frac{3,094}{2} = 18505,307 Nmm$$

$$\sigma_O = \frac{M_O}{W_O} = \frac{M_{O1} + M_{O2}}{W_{O1} + W_{O2}} = \frac{20280,594 + 18505,307}{72,674 + 74,097} = \frac{38785,901}{146,771} = 264,261 MPa$$

$$\sigma_{DOV} = \frac{R_e}{k_B} = \frac{590}{1,2} = 491,666 MPa$$

$$\sigma_{DOV} \succ \sigma_O$$

6.3.4 Kontrola na kombinované namáhání uzamykacích ozubů

Spočítáme redukované napětí σ_{red} [25]:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_O^2 + 3\tau^2} \quad (6.4)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{red} &= \sqrt{\sigma_O^2 + 3\tau^2} = \sqrt{246,261^2 + 3 * 166,667^2} = \sqrt{60644,480121 + 3 * 27777,8888} = \\ \sigma_{red} &= 379,444 MPa \\ \sigma_{red} &\succ \sigma_{DOV} \end{aligned}$$

6.3.5 Kontrola uzamykacích ozubů na otláčení

Kontrolu na otláčení budeme provádět na pouzdru závěru, protože je jakostně z horšího materiálu než samotný závěr podle rovnice [25]:

$$p_O = \frac{F_D}{n * b * h} \leq p_{DOV} = R_e \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} p_O &= \frac{F_D}{b_1 * h_1 + 2 * (b_2 * h_2)} = \frac{23513,733}{8,95 * 1,725 + 2 * (3,094 * 3,475)} = \frac{23513,733}{36,94205} = 636,503 MPa \\ p_{DOV} &= R_e = 675 MPa \\ p_{DOV} &\succ p_O \end{aligned}$$

Provedená kontrola potvrzuje, že systém kulovnice pevnostně vyhovuje pro zadaný náboj 6,5 Grendel.

7 Závěr

Bakalářská práce pojednává o rekonstrukci kulovnice CZ 527 na ráži 6,5 Grendel.

První kapitola obsahuje přehled lehkých kulovnic na současném trhu loveckých a sportovních zbraní. V této práci jsou popsány zástupci modelových řad lehkých kulovnic 10 největších výrobců zbraní. Z přehledu je patrné, že nejvyužívanější lehkou ráží je .223 Rem. Systém uzamykání, který používá největší počet výrobců, je otočný odsuvný závěr s krátkým vytahovačem a neseným vyhazovačem. Dalším využívaným systémem je systém Mauser. je otočný odsuvný závěr s krátkým vytahovačem a neseným vyhazovačem. Dalším využívaným systémem je systém Mauser.

Zadaný náboj 6,5 Grendel konstrukčně vychází z náboje 7,62x39, který konstruktéři ze společnosti Alexander Arms modifikovali pro lepší balistické vlastnosti.

V následující kapitole je popsána analýza konstrukce a funkce kulovnice CZ 527. Tato lehká kulovnice disponuje otočným odsuvným závěrem s dlouhým vytahovačem typu Mauser, který zajišťuje řízené podávání nábojů z pětiranného zásobníku do nábojové komory. Kulovnice je osazena plně stavitelným spoušťovým mechanismem s francouzským napínáčkem.

Cílem práce bylo vytipovat ústrojí, která budou dotčena rekonstrukcí a provést návrh konstrukčních úprav jednotlivých dílů. Vzhledem ke konstrukci zadaného náboje 6,5 Grendel bylo nutné rekonstruovat hlaveň, plášť zásobníku, podavač a pružinu zásobníku. Díky vyššímu výkonu náboje byla výpočtem provedena kontrola pevnosti hlavně a byly prověřeny uzamykací ozuby na střih a otláčení. I přes vyšší výkon náboje 6,5 Grendel vyhověl pevnostně původní vnější tvar hlavně a stávající závěr.

Stanovený cíl byl v rámci této bakalářské práce naplněn.

8 Seznam použitých pramenů

- [1] Rifles. *Remington* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.remington.com/rifles>
- [2] The Model 700. *Remington* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.remington.com/rifles/bolt-action/model-700>
- [3] The Model 783. *Remington* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.remington.com/rifles/bolt-action/model-783>
- [4] MANNLICHER SCOUT. *STEYR MANNLICHER* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <https://www.steyr-mannlicher.com/en/nocache/products/hunting-rifles-steyr-mannlicher/scout/>
- [5] MANNLICHER PRO VARMINT. *STEYR MANNLICHER* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <https://www.steyr-mannlicher.com/en/nocache/products/hunting-rifles-steyr-mannlicher/provarmint/>
- [6] The Ruger American Rifle®. *Ruger* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <http://ruger.com/products/americanRifle/overview.html>
- [7] Ruger® Hawkeye® Rifles. *Ruger* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <http://ruger.com/products/Hawkeye/overview.html>
- [8] Blaser bolt action rifle R8. *Blaser* [online]. Germany [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.blaser.de/index.php?id=50&L=1>
- [9] R93 Standard. *Blaser* [online]. Germany [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.blaser.de/index.php?id=52&L=1>
- [10] K95. *Blaser* [online]. Germany [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.blaser.de/index.php?id=53&L=1>
- [11] SAUER 100. *SAUER* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.sauer.de/en/products/bolt-action-rifles/sauer-100/sauer-100-classic/features.html>
- [12] Montana. *Kimber* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.kimberamerica.com/montana>
- [13] MVP® Patrol. *Mossberg* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.mossberg.com/category/series/mvp-series/mvp-patrol/>
- [14] TIKKA T3x. *TIKKA* [online]. [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.tikka.fi/rifles/tikka-t3x>

- [15] HUNTER. *Howa* [online]. [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.howarifles.eu/21.html>
- [16] 6.5mm Grendel. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/6.5mm_Grendel
- [17] 6.5 Grendel 123 gr A-MAX®. *Hornady* [online]. c2016 [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.hornady.com/store/6.5-Grendel-123-gr-A-MAX/>
- [18] *Alexander Arms: 6,5 Grendel* [online]. Alexander Industries, Inc., c2004-2015 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://www.alexanderarms.com/products/65-grendel>
- [19] *C.I.P.: Rimless cartridges*. 2. United States, 2015.
- [20] *CZ: Kulovnice CZ* [online]. Česká zbrojovka a.s., ©2009-2016 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <http://www.czub.cz/cz/catalog/364-kulovnice-cz.aspx>
- [21] ČESKÁ ZBROJOVKA, A.S. *Návod CZ 527*. 3. vydání. Uherský Brod, 2013.
- [22] ČESKÁ ZBROJOVKA, A.S. *Technická dokumentace hlavně kulovnice CZ 527*. 8. vydání. Uherský Brod, 2015.
- [23] FIŠER, Miloslav, Stanislav PROCHÁZKA a Jozef ŠKVAREK. *Hlavně palných zbraní*. Brno: Univerzita obrany, 2006. ISBN 80-7231-157-3.
- [24] MACKO, Martin. *Teorie a výpočty loveckých, sportovních a obranných zbraní*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2010. ISBN 978-80-248-1255-7.
- [25] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2004. ISBN 80-7183-312-6.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Závěr kulovnice Remingtonu 700	13
Obrázek 2: Spoušťový mechanismus kulovnice Remingtonu 700	14
Obrázek 3: Systém uchycení hlavně Remingtonu 783	14
Obrázek 4: Kulovnice Steyr Mannlicher Scout.....	15
Obrázek 5: Uložení náhradního zásobníku v hlavišti pažby	15
Obrázek 6: Opěrné nožičky vyklopené z předpažbí.....	15
Obrázek 7: Kulovnice Steyr Mannlicher Pro Varmint.....	16
Obrázek 8: Závěr kulovnice Steyr Mannlicher Pro Varmint	16
Obrázek 9: Kulovnice Ruger American Rifles	17
Obrázek 10: Závěr kulovnice Ruger American Rifles	17
Obrázek 11: Zásobník kulovnice Ruger American Rifles	17
Obrázek 12: Pillar bedding kulovnice Ruger American Rifles	17
Obrázek 13: Pojistka kulovnice Ruger American Rifles	18
Obrázek 14: Spoušťový mechanismus kulovnice Ruger American Rifles	18
Obrázek 15: Kulovnice Ruger Hawkeye.....	18
Obrázek 16: Závěr kulovnice Ruger Hawkeye	19
Obrázek 17: Schránka kulovnice Ruger Hawkeye.....	19
Obrázek 18: Pojistka kulovnice Ruger Hawkeye.....	19
Obrázek 19: pojistný a spoušťový mechanismus kulovnice Ruger Hawkeye	20
Obrázek 20: Kulovnice Blaser R8.....	20

Obrázek 21: Zásobník se spoušťovým mechanismem kulovnice Blaser R8	21
Obrázek 22: Uložení hlavně kulovnice Blaser R8	21
Obrázek 23: Kulovnice Blaser R93	21
Obrázek 24: Zásobník kulovnice Blaser R93	22
Obrázek 25: Kulovnice Blaser K95	22
Obrázek 26: Lůžko kulovnice Blaser K95	22
Obrázek 27: Kulovnice Sauer 100	23
Obrázek 28: Kulovnice Kimber Montana	24
Obrázek 29: Uložení systému kulovnice Kimber Montana	24
Obrázek 30: Závěr kulovnice Kimber Montana	24
Obrázek 31: Kulovnice Mossberg MVP Patrol Rifle	25
Obrázek 32: Zásobníky pro kulovnici Mossberg MVP Patrol Rifle	25
Obrázek 33: Systém podávání náboje kulovnice Mossberg MVP Patrol Rifle	25
Obrázek 34: Kulovnice Tikka T3x	26
Obrázek 35: Výměnná pistolová rukojeť kulovnice Tikka T3x	26
Obrázek 36: Zásobníky kulovnice Tikka T3x	27
Obrázek 37: Kulovnice Howa M1500	27
Obrázek 38: Spoušťový mechanismus a systém kulovnice Howa M1500	28
Obrázek 39: Rozkres spoušťového mechanismu kulovnice Howa M1500	28
Obrázek 40: Náboj 6,5 Grendel	29
Obrázek 41: Porovnání náboje 7,62x39 (vlevo) a 6,5 Grendel (vpravo)	31

Obrázek 42: Kótované rozměry náboje.....	31
Obrázek 43: CZ 527 EXCLUSIVE.....	33
Obrázek 44: CZ 527 LUX.....	33
Obrázek 45: CZ 527 AMERICAN.....	34
Obrázek 46: CZ 527 CARBINE.....	34
Obrázek 47: CZ 527 FULL STOCK.....	34
Obrázek 48: CZ 527 VARMINT	35
Obrázek 49: CZ 527 SYNTHETIC	35
Obrázek 50: Explosivní rozkres CZ 527.....	36
Obrázek 51: Hlaveň ráže 6,5 Grendel	44
Obrázek 52: Plášť zásobníku 6,5 Grendel (vlevo) a 7,62x39 (vpravo).....	45
Obrázek 53: Podavač 7,62x39 a 6,5 Grendel.....	45
Obrázek 54: Rozměry uzamykacího ozubu závěru.....	53
Obrázek 55: Délkové rozměry uzamykacích ozubů závěru.....	53

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled rychlostí a energií náboje 6,5 Grendel se střelou typu BT o hmotnosti 123 grs.....	30
Tabulka 2: Rozměry nábojů 7,62x39 a 6,5 Grendel	32
Tabulka 3: Přehled rozměrů hlavně v kritických průřezích	47

11 Seznam příloh

Příloha A: Průběh vnitrobalistických tlaků

Výkresová dokumentace

Výkres hlavně CZ 527

Výkres pláště zásobníku CZ 527

Výkres podavače CZ 527

Příloha A

Průběh vnitrobalistických tlaků

